



BACHELORARBEIT

Frau
Jiayu Zhong

Thema der Bachelorarbeit

**Entwicklung und Umsetzung eines
Verfahrens zur Schätzung der
Batterierestladung**

2016

BACHELORARBEIT

Entwicklung und Umsetzung eines Verfahrens zur Schätzung der Batterierestladung

Autor/in:
Frau Jiayu Zhong

Studiengang:
Elektro- und Informationstechnik (Doppelabschluss)

Seminargruppe:
EI14W1BC

Erstprüfer:
Prof. Dr.-Ing. Alexander Lampe

Zweitprüfer:
Markus Süß, M.Sc.

Hochschule Mittweida

Einreichung:
2016

BACHELOR THESIS

Development and implementa- tion of a method for estimating the remaining battery charge

author:
Ms. Jiayu Zhong

course of studies:
**Electrical and Information Engineering (dual
degree)**

seminar group:
EI14W1BC

first examiner:
Prof. Dr.-Ing. Alexander Lampe

second examiner:
Markus Süß, M.Sc.

Hochschule Mittweida

submission:

2016

Bibliografische Angaben

Nachname, Vorname: Jiayu Zhong

Thema der Bachelorarbeit : Entwicklung und Umsetzung eines Verfahrens zur Schätzung der Batterierestladung

Topic of thesis: Development and implementation of a method for estimating the remaining battery charge

45 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,
Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften, Bachelorarbeit, 2016

Referat

Die vorliegende Arbeit beschreibt eine neugebaute Batterie-Restladungsmessung. Diese Methode ist durch ein Multifunktionsboards mit Mikrokontroller AT-Mega 32 (Schwerpunkt ist ADC), LCD- Modul 2*8 und eine handelsübliche wieder aufladbare AA- Batterien mit 800mAh Vollladung. Dabei dient ADC Abtasten Spannung und auf LCD-Modul Restladung zeigen kann.

Alle Programme sind in Programmiersprache C auf AVR Studio 4 geschrieben.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	VII
Abbildungsverzeichnis.....	VIII
Tabellenverzeichnis.....	IX
1 Einleitung	1
2 Grundlage der Arbeit	3
2.1 Grundlage der Batterie	3
2.1.1 Geschichte	3
2.1.2 Grundlage der Batterie	4
2.2 Aufbau der Hardware	5
2.3 Geräteaufbau eines Multifunktionsboards	5
2.3.1 ATmega32	6
2.3.2 JTAG Interface	6
2.4 LCD-I2C-Modul und JTAG Emulator	7
2.5 Grundlager der ATmega32	8
2.5.1 TWI Modul	8
2.5.2 Ablauf	8
2.6 ADC Modul	9
2.6.1 ADMUX	9
2.6.2 ADCSRA	10
2.6.3 ADC Data Register	11
2.7 TIMER	11
2.7.1 16Bit-Timer	11
2.7.2 TCCR1B-Timer/Counter 1 Control Register B	12
2.7.3 TIMSK Timer/Counter Interrupt Mask Register	12
3 Prinzipien der Arbeit	14
3.1 Prinzipien der Batterie	14
3.2 Architektur der Batterie-Restladungsmessung	16
3.2.1 Spannungsmessung	16
3.2.2 Strom-Integration	17
3.3 Wahl des Widerstands für Verfahren	18
3.4 Batteriekennkurve	18
3.4.1 Entladung der Batterie	18
3.4.2 Kennkurve	19

3.4.3 lineare Interpolation	21
4 Programm Ablauf	24
4.1 Verfahren 1 (Spannung Messung)	24
4.2 Ablaufplan	24
4.3 Verfahren 2 (Strom-Integration)	26
4.4 ISR-Interrupt Service Routine	26
4.5 Ablaufen Plan	26
5 Funktionstest	29
5.1 Verfahren 1	29
5.2 Verfahren 2	31
6 Zusammenfassung	32
7 Danksagung	33
Literaturverzeichnis	XI
Anlagen	XII
Eigenständigkeitserklärung	XIII

Abkürzungsverzeichnis

ADC: Analog to Digital Converter

TWI: Two-Wire Serial Interface

LCD: Liquid Crystal Display

GND: Ground

SDA: Serial Data Line

SCL: Serial Clock Line

JTAG: Joint Test Action Group

I²C: Inter-Integrated Circuit

RISC: Reduced Instruction Set Computer

SREG: Statusregister

μC: Mikrocontroller

I/O: Input and Output

ISR: Interrupt Service Routine

ACK: Acknowledgement

TWCR: TWI Control Register

TWSR: TWI Status Register

ADMUX: ADC Multiplexer Selection Register

ADCSRA: ADC Control and Status Register A

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Multifunktionsboard.....	6
Abbildung 2 JTAG Interface	7
Abbildung 3 Ablauf der TWI.....	8
Abbildung 4 ADMUX	10
Abbildung 5 ADCSRA	10
Abbildung 6 TCCR1B-Timer/Counter 1 Control Register B.....	12
Abbildung 7 TIMSK	13
Abbildung 8 Elektronenübertragungen zwischen zwei unterschiedlich edlen Metallen .	15
Abbildung 9 Schema einer Elektrolyse einer Metallsalz-Lösung[6]	16
Abbildung 10 Schaltplan der Verfahren 1	17
Abbildung 11 Schaltplan der Verfahren 2	17
Abbildung 12: Schaltungsbild für Kennkurve.....	19
Abbildung 13: Scaltung für Kennkurve.....	19
Abbildung 14 Spannung- Zeit	21
Abbildung 15 Rest- Spannung.....	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1Takteinstellung in TCCR1B.....	12
Tabelle 2Spannung und Restladungskurve.....	20
Tabelle 3Funktionstest für Verfahren1 (1)	29
Tabelle 4Funktionstest für Verfahren1 (2)	29
Tabelle 5Funktionstest für Verfahren1 (3)	30
Tabelle 6Funktionstest für Verfahren2 (1)	31

1 Einleitung

Es soll ein Restladungsmesser für handelsübliche wieder aufladbare AA-Batterien entwickelt werden. Im Allgemeinen hängt die Restladung einer Batterie von vielen Faktoren wie z.B. Batterietyp, Batteriealter, letzte Ladezyklen und Batterietemperatur ab. Deshalb ist die Restladung im Allgemeinen nur mit großem Aufwand genau abschätzbar. Eine grobe Schätzung der aktuellen Restladung kann jedoch mit einfachen Methoden erzielt werden. Hierzu sollen zwei mögliche Verfahren implementiert und verifiziert werden.

Das Thema wird gewählt, weil das Thema ganz nah bei Allgemeinleben ist. In gleichzeitig kann spät eine Batteriemessung der Hardware für kleine aufladbare elektronische Geräte verwendet werden. Es ist auch eine gute Erfahrung, die in berufliche mit in C programmiert.

In der Arbeit soll dargelegt werden, wie eine grobe Schätzung der aktuellen Restladung durch zwei mögliche verschiedene Verfahren auf vorhandene multifunktionale Evaluierungsboard implementiert und verifiziert wird. Bei der Umsetzung wird auf eine strukturierte Programmierung und ausführliche Dokumentation Wert gelegt. Es soll nach Programmieren, die echtzeitliche aktuelle Spannung der Batterie und die Restladung auf LCD gezeigt werden.

Im dem ersten Verfahren wird durch vier Teilen beschrieben/ formuliert. Die vier Teile sind Abtasten der ADC Batterie aktuelle Spannung, lineare Interpolation der Daten von Restladungskurve, Wandlung der entspricht Spannung zu Restladung in Prozent und Anzeige der Daten.

Im Verfahren zwei besteht aus fünf Teile. Zuerst ist Abtaste der ADC der Spannung von Entlassungswiderstand. Am Ende wird Date über den Datei-Bus auf LCD angezeigt.

Die vorliegende Bachelorarbeit wird in Erstschnitte gezeigt, wie ein ADC die Spannung schätzen kann. Dann kommt, wie die Restladungskurve gemessen

wird. Und dabei zeigt auch, wie man lineare Interpolation machen kann. In folgende Kapitel, wird geschrieben, dass was Voraussetzung das Entlassungswiderstand haben müssen. Danach kommt Integration der Strom und Anzeige der LCD. Am Ende wird ein Funktion Test befasst.

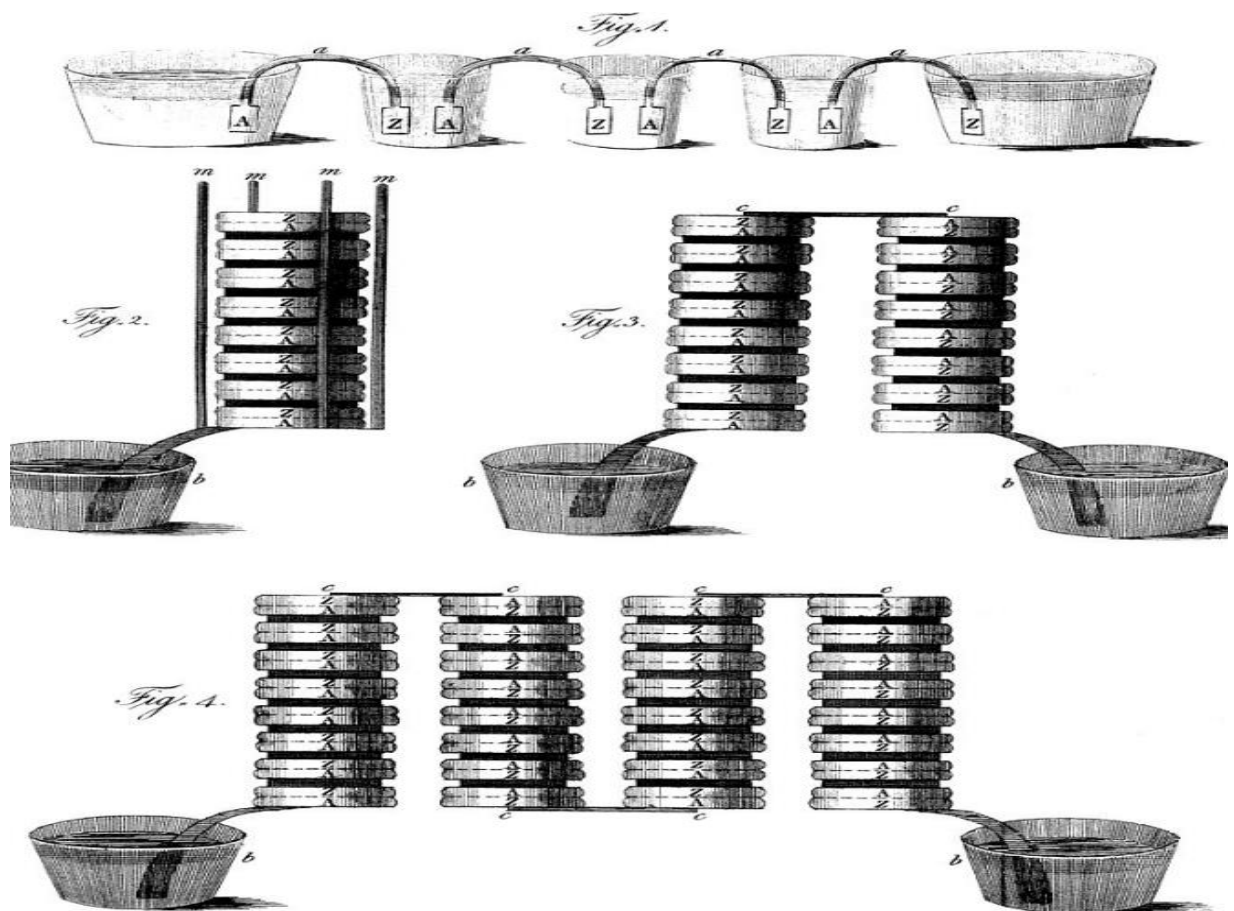
Die Arbeit konzentriert sich auf, dass Spannung durch eine geteilt Funktion zu eine Restladung in Prozent gezeigt wird. Und das zweite Verfahren ist, durch eine Strom-Integration schätzen, wieviel Restladung die gemessene Batterie hat. Die Frage, wie eine aufladbare Batterie nach Benutzung eine Schwimmspannung haben könnte, bleibt unberücksichtigt.

2 Grundlage der Arbeit

2.1 Grundlage der Batterie

2.1.1 Geschichte

„Im Jahr 1780 bemerkte der italienische Arzt Luigi Galvani, dass ein Froschbein, das in Kontakt mit Kupfer und Eisen kam, immer wieder zuckte und hielt das für eine elektrische Wirkung. Das erste funktionierende galvanische Element und damit die erste Batterie wurde in Form der Voltaschen Säule im Jahr 1800 von Alessandro Volta vorgestellt. Es folgten in den Folgejahren konstruktive Verbesserungen wie die Trog-Batterie von William Cruickshank, welche den Nachteil des vertikalen Aufbaus der Voltaschen Säule vermied. Historisch wird zwischen Trockenbatterien, mit festem oder gelartigem Elektrolyt, und den heute nicht mehr gebräuchlichen Nassbatterien mit flüssigem Elektrolyt unterschieden.



Zu den historischen Nassbatterien, welche nur in bestimmter Lage betrieben werden können, zählen das Daniell-Element von John Frederic Daniell aus 1836 und die verschiedenen Variationen und Bauformen in Form der Gravity-Daniell-Elemente, das Chromsäure-Element von Johann Christian Poggendorff aus 1842, das Grove-Element von William Grove aus 1844, und das Leclanché-Element von Georges Leclanché aus dem Jahr 1866. Einsatzbereich dieser galvanischen Nasszellen war primär die Stromversorgung der drahtgebundenen Telegrafiestationen. Aus den Leclanché-Element gingen über mehrere Entwicklungsschritte die noch heute üblichen und lageunabhängigen Trockenbatterien hervor, erste Arbeiten dazu stammen von Carl Gassner, welcher die Trockenbatterie im Jahre 1887 patentierte. Im Jahr 1901 setzte Paul Schmidt in Berlin erstmals die Trockenbatterie bei Taschenlampen ein.

Als Batterien gedeutete antike Gefäßanordnungen wie die „Bagdad-Batterie“ hätten durch ein Zusammenspiel aus Kupfer, Eisen und Säure eine elektrische Spannung von circa 0,8 V produzieren können. Ob diese Gefäße zum damaligen Zeitpunkt vor etwa 2.000 Jahren als Batterien im heutigen Sinn verwendet wurde, ist umstritten und konnte nicht zweifelsfrei nachgewiesen werden.“ [5]

2.1.2 Grundlage der Batterie

Kapazität

„Die in einer galvanischen Zelle gespeicherte elektrische Ladung wird als Kapazität bezeichnet, das ist nicht zu verwechseln mit der elektrischen Kapazität. Die Kapazität einer Batterie wird in der Dimension der elektrischen Ladung in Amperestunden (Einheitenzeichen: Ah), oder seltener in Amperesekunden (As) oder Coulomb (C; 1 As entspricht 1 C) angegeben.

Leistung

Die *Leistung* einer Batterie/Batteriezelle ist die Menge an elektrischer Energie, die pro Zeiteinheit entnommen werden kann. Sie wird in der Regel in Watt (W) angegeben und ist das Produkt aus Entladestrom und Entladespannung.

Energieinhalt

Die in einer Batterie gespeicherte Energie (elektrische Arbeit) wird nicht immer angegeben, die Energie pro Masse oder pro Volumen ist jedoch eine typische

Kenngröße von Batteriesystemen und oftmals in Datenblättern der Hersteller angeführt.

Selbstentladung

Alle galvanischen Zellen unterliegen bei Lagerung einer Selbstentladung. Die Geschwindigkeit der Selbstentladung hängt unter anderem vom Batterietyp und der Temperatur ab. Je niedriger die Lagertemperatur, desto geringer ist die Selbstentladung.

Die schwächste Zelle bestimmt die Qualität einer Batterie.

In Parallelschaltung kommt es durch Ausgleichsströme zu größeren Verlusten, wenn die Zelle mit geringerer Kapazität früher entladen ist.

In Reihenschaltung bricht die Spannung unter Last eher zusammen, weil stärkere, noch geladene Zellen Strom durch schwächere, schon entladene Zellen treiben. Deren Innenwiderstand führt nach dem Ohmschen Gesetz zu einer Zellerwärmung, ohne dass die elektrische Energie nutzbar ist“. [5]

2.2 Aufbau der Hardware

Eine Batterie Batterie-Restladungsmessung besteht aus einem LCD-I²C-Module 2*8 und eine Multifunktionsboards, die mit der Spannungsversorgung im Praktikum entworfen und gelötet wurden.

2.3 Geräteaufbau eines Multifunktionsboards

Die wichtigen Komponenten auf dem Multifunktionsboard(sieht *Abbildung 1*) sind ein Mikrocontroller ATmega32, eine 4x4 Tastenmatrix für die Eingabe und ein LCD-Display für die Ausgabe. Die Spannungsversorgung erfolgt mit einer 9V Batterie.

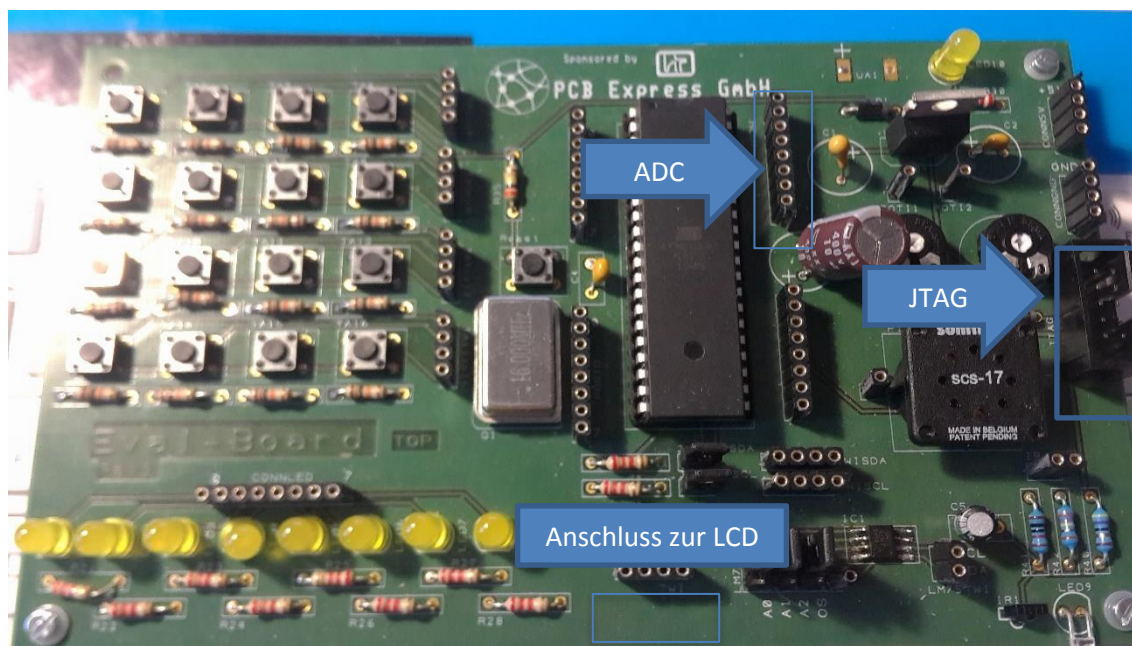


Abbildung 1 Multifunktionsboard

2.3.1 ATmega32

ATmega32 ist ein 8-bit AVR Mikrocontroller mit 32K Bytes In-System programmierbarem Flash-Speicher. Er besitzt eine RISC Architektur und enthält 131 Befehlsätze, meistens Single-Clock Cycle Durchführung. Deswegen erlangt der Durchsatz annähernd 1 MIPS pro MHz. Außerdem gibt es im ATmega32 non-volatile Programm- und Datenspeicher, 32 8-bit Arbeitsregister, JTAG Interface, 32 programmierbare I/O Ports usw.

2.3.2 JTAG Interface

JTAG Interface dient als den Kommunikationsinterface zwischen Mikrocontroller und JTAG-Emulator. Durch das JTAG Interface und den JTAG-Emulator kann man mittels der Software „AVR Studio 4.0“ Maschinencode auf den Controller überspielen und mit dem Debugger schrittweise ausführen. Außerdem hat man Zugriff auf alle Register und internen Statusvariablen. JTAG Interface ist auch die Spannung Versorgung für Multifunktionsboard.

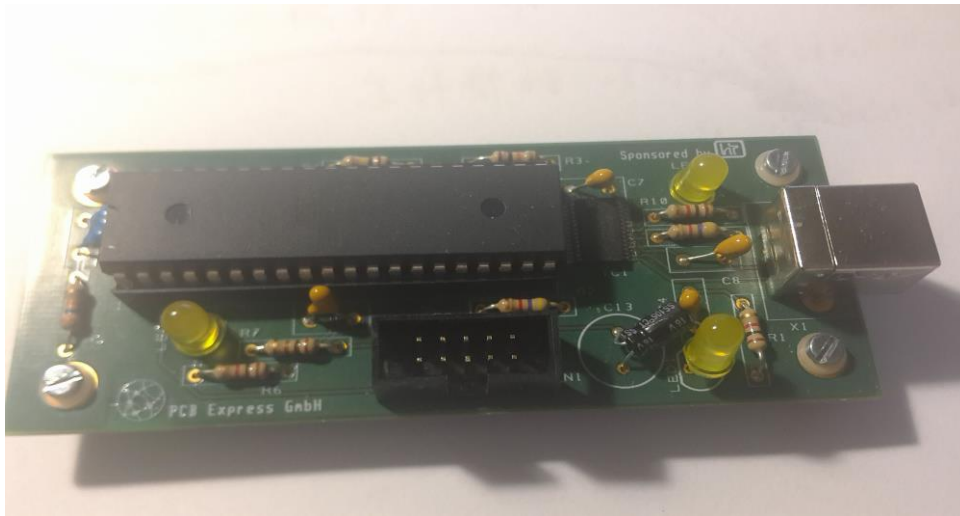


Abbildung 2 JTAG Interface

2.4 LCD-I2C-Modul und JTAG Emulator

Außer den beiden Multifunktionsboards werden ein LCD-I2C Adaptermodul und ein JTAG Emulator verwendet. Das LCD-I2C Adaptermodul mit dem Chip „PCF8574P“ schließt LCD-Displays am I2C-Bus an. Das LCD-Display kann zwei Zeilen, maximal 16 Schriftzeichen zeigen. Auf dem LCD werden die Eingaben und die Ergebnisse angezeigt.

Der JTAG-Emulator ist ähnlich wie eine Brücke zwischen Computer und Hardware, denn er hat Zugriff drauf: alle innere und periphere Einheiten, interne und externe RAM, die Datei der interne Register, EEPROM und Flash-Speicher usw. Deswegen können Funktionstest und Programmierung auf der Hardware mit dem JTAGE Molitor durchgeführt werden. Computer und JTAG-Emulator werden mit einem USB-Kabel verbunden und zwischen dem JTAG-Emulator und Hardware ist eine JTAG Schnittstelle.[2]

2.5 Grundlager der ATMGA32

2.5.1 TWI Modul

Die TWO-WIRE-SERIAL-INTERFACE (TWI) ist ideal für die typischen Mikrocontroller-Anwendungen geeignet. Das TWI-Protokoll ermöglicht es dem Systemdesigner bis zu 128 verschiedene Geräte miteinander zu verbinden, nur mit zwei bidirektionale Busleitungen, eine für Takt (SCL) und einer für Daten (SDA). Die einzige externe Hardware erforderlich, um den Bus zu implementieren, ist ein einzelner Pull-up-Widerstand für jeden der TWI Busleitungen. Alle Geräte an den Bus haben individuelle Adressen verbunden ist, und Mechanismen für die Lösung Bus Anstoßes sind inhärent in der TWI-Protokoll. 【3】

2.5.2 Ablauf

Figure 85. Interfacing the Application to the TWI in a Typical Transmission

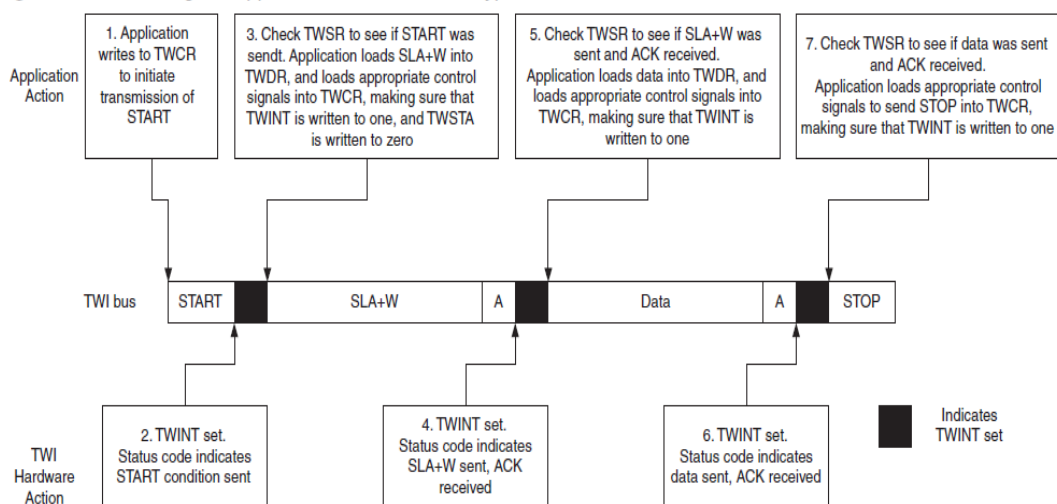


Abbildung 3 Ablauf der TWI

Zuerst wird eine „START“ Signal wird gesandt. Wenn TWINT eine „0“ geschrieben wird, wird TWI DATA Übertragung beginnen. Falls setzt TWINT ein Statuscode, das heißt, ist Signal „STATR“ erfolgt gesendet. TWI wird überprüft, ob „START“ gesendet wird. Anwendungslasten SLA+W in TWDR geschrieben,

und lädt dafür benötigte Steuer Signale in TWCR, um sicherzustellen, dass TWINT an „1“ geschrieben wird und TWISTA auf „0“ geschrieben. Dann beginnt TWI zur Adresse Übertragung. Danach TWINT gesetzt wird. Statuscode zeigt an, ob SLA+W richtig gesendet wird. Nachdem Data gesendet wurde, wird TWINT setzt. TWSP wird überprüfen, ob Daten gesendet wurde. Anwendung lädt dafür benötigte Steuer „STOP“ Signale in TWCR zu schicken. Dafür sorgen, dass TWINT „1“ geschrieben

2.6 ADC Modul

Der ATmega32 verfügt über einen 10-Bit-ADC mit sukzessiver Approximation. Der ADC ist eine verbunden 8-Kanal-Analog-Multiplexer, die sich von der konstruierte 8 Single-Ended Spannungseingänge erlaubt Pins von Port A. Die un-symmetrischen Spannungseingänge beziehen sich auf 0 V (GND). Das Gerät unterstützt auch 16 Differenzspannungseingangskombinationen Zwei der Differenzeingänge (ADC1, ADC0 und ADC3, ADC2) mit einer programmierbaren Verstärkungsstufe ausgestattet, die Bereitstellung Verstärkungsschritte von 0 dB (1x), 20 dB (10x) oder 46 dB (200x) auf die Differenzeingangsspannung vor dem A / D-Umwandlung. Sieben differentielle analoge Eingangskanäle teilen sich einen gemeinsamen negativen Endgerät (ADC1), während anderen ADC-Eingang als der positive Eingangsanschluss ausgewählt werden kann. Wenn 1x oder 10x Verstärkung verwendet wird, 8-Bit-Auflösung zu erwarten. Wenn 200x Verstärkung verwendet wird, 7-Bit-Auflösung kann sein erwartet. [3] In diese Arbeit wird 10bit ADC benutzt. Die Einstellung der ADC Betriebsart erfolgt über die ADMUX und ADCSRA

.

2.6.1 ADMUX

Die Bits MUX4....MUX0 dienen der Auswahl des Eingangskanals für den ADC. Wenn diese Bits gleiche 0 sind, ist der Analogeingang PA0 gesetzt.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	ADMUX
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Abbildung 4ADMUX

Über die Bits REFS1 und REFS0 wird festgelegt, welche Referenzspannungsquelle verwendet wird. Da in der Hardwarekonfiguration der ATmega-Unit am Pin AREF eine externe Referenzspannungsquelle angeschlossen ist, muss REFS0 = 1 gesetzt werden. Das Register ist für die einmalige Wandlung an PA0 folgt zu initialisieren.

2.6.2 ADCSRA

Die Bits ADPS2...ADPS0 bestimmen den Teilungsfaktor zwischen der Taktfrequenz und dem Eingangstakt des ADC, der bei 10 Bit Auflösung zwischen 50 und 200kHz liegen sollte.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	ADCSRA
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Abbildung 5ADCSRA

Bestimmung der Vorteil

$$VT_{min} = \frac{CPU_{clk}}{ADC_{clk\ max}} \quad \text{UND} \quad VT_{max} = \frac{CPU_{clk}}{ADC_{clk\ min}}$$

Laut ATmega32 Handbuch sind Vorteil von 2, 4, 8, 16, 32, 64 und 128 möglich, so dass 64 einzusetzen.

Durch Setzen der Bits ADEN und ADSC wird der ADC eingeschaltet und die jeweilige Wandlung gestartet.

2.6.3 ADC Data Register

Nach der Wandlung wird eine 10 Bits große Data als Ergebnis in ADC Data Register (ADCL, ADCH) hingelegt. Ergebnisse sehen Abbildung.

$$ADC = \frac{V_{IN} \cdot 1024}{V_{REF}}$$

wird in diese Arbeit erwartet, man sollt in Programm so rechnen.

$$V_{IN} = \frac{ADC \cdot V_{REF}}{1024}$$

2.7 TIMER

Im ATmega32 sind zwei 8Bit und eine 16Bit breite Timer/Counter integriert. Neben den Grundfunktionalitäten als Zeitgeber und Zähler können weitere Betriebsarten, wie PMW, Output-Compare und Input-Compare realisiert werden. Prinzipiell beinhalten die jeweiligen Timer ein Zählregister TCNTn und eine Control Logic mit Prescaler zum Vorteilen der Taktquelle. Der Takt kann dabei von einem externem Portpin (Zähler) oder auch vom internen Takt (Zeitgeber) abgeleitet werden.

2.7.1 16Bit-Timer

Der ATmega32 verfügt über 1 16Bit-Timer/Counter, die eine identische Funktionalität aufweisen.

2.7.2 TCCR1B-Timer/Counter 1 Control Register B

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	ICNC1	ICES1	–	WGM13	WGM12	CS12	CS11	CS10	TCCR1B
Read/Write	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Abbildung 6 TCCR1B-Timer/Counter 1 Control Register B

CS12	CS11	CS10	Funktion
0	0	0	Timer stoppen
0	0	1	clk kein Vorteil
0	1	0	clk/8
0	1	1	clk/64
1	0	0	clk/256
1	0	1	clk/1024
1	1	0	ext. Clock an PIN T1
1	1	1	ext. Clock an PIN T1

Tabelle 1 Takteinstellung in TCCR1B

2.7.3 TIMSK Timer/Counter Interrupt Mask Register

Timer Interrupt Mask Register, der Interrupt steuern zu können.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	OCIE0	TOIE0	TIMSK
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Abbildung 7TIMSK

In diese Arbeit hat Bit 4 OCIE1A auf 1 gesetzt, Timer1/Counter1, Output Compare A Match Interrupt Enable. D. h. Timer1 wird aktiviert.

3 Prinzipien der Arbeit

3.1 Prinzipien der Batterie

Als Batterie ersteres Mal von Herrn Volta erfunden, wurde sehr oft in Alltagsleben verwendet.

Chemische Reaktionen zur Stromerzeugung

„Batterien wandeln chemische Energie in elektrische Energie um. In vielen Batterien werden Metalle verarbeitet (z. B. in der Zink-Kohle-Batterie). Im Abschnitt über die Metalle wird gezeigt, dass diese unterschiedlich edel sein können. Wenn ein Metall sehr unedel ist kann es leicht mit Sauerstoff oxidiert werden. Edle Metalle werden nicht so leicht durch Sauerstoff oxidiert.

Die Oxidationsreihe der Metalle kann durch einen entsprechenden Versuch ermittelt werden.

Im Abschnitt über die Prinzipien von Reaktionen wird der erweiterte Oxidationsbegriff vorgestellt. Demnach ist eine Oxidation (neben der Aufnahme von Sauerstoff) eine Abgabe von Elektronen.

Diese beiden chemischen Prinzipien lassen sich mit dem folgenden Ergebnis zusammenführen:

Unedle Metalle geben leichter Elektronen ab als edle Metalle.

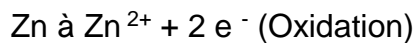
Das Vermögen Elektronen abzugeben, ist bei Metallen gleicher Sorte (des gleichen Elements) ebenfalls gleich stark.

Versuch:

Elektrischer Strom aus der Kartoffel

Elektronenübertragungen zwischen Metallen

Berühren sich unterschiedliche Metalle (z. B. Zink und Kupfer) in einer den elektrischen Strom leitenden Flüssigkeit, gibt das unedlere Metall (Zink) Elektronen an das edlere Metall ab. Hierbei entstehen aus dem elementaren Zink Ionen (Zink-Kationen), so dass sich das Metall langsam auflöst (s. Bild 1):



Umgekehrt können Metall-Kationen auch Elektronen aufnehmen und zum elementaren Metall reagieren:



So angeordnete Metalle werden Elektroden genannt. Die den elektrischen Strom leitende Flüssigkeit wird als Elektrolyt bezeichnet. Dieser kann eine anorganische Säure oder eine Salzlösung sein. Die entstandenen Elektroden reduzieren dann je nach Elektrolyt die Oxonium-Ionen der Säure, die Metall-Kationen des Salzes oder die Wassermoleküle der Salzlösung (Bild 1).

Das "Auflösen" des unedleren Metalls wird auch als Korrosion bezeichnet.

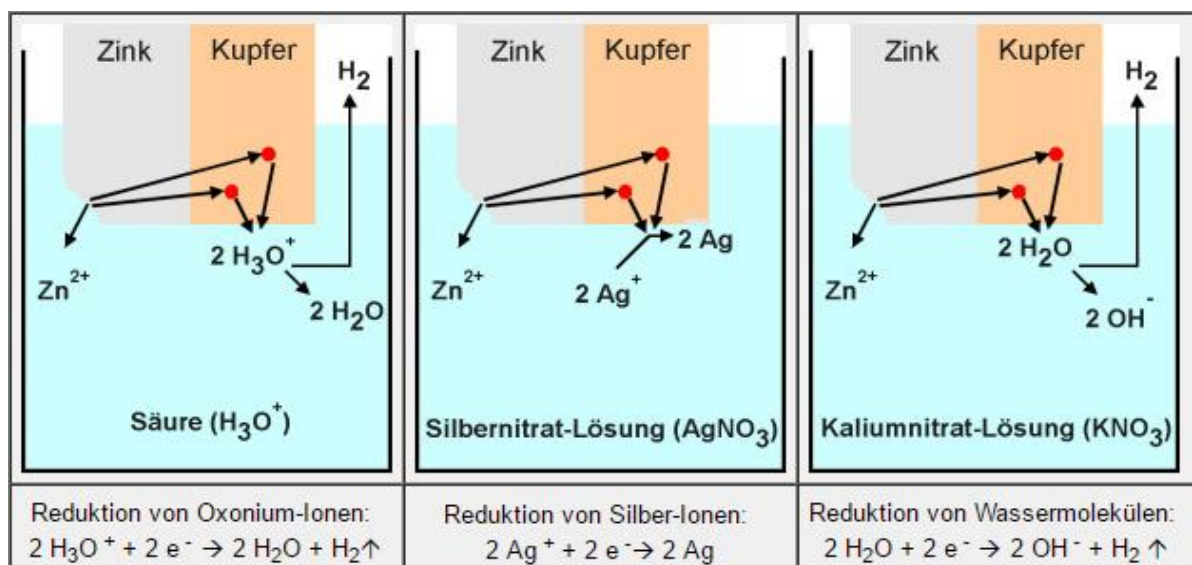


Abbildung 8 Elektronenübertragungen zwischen zwei unterschiedlich edlen Metallen

Elektrolyse

„Im vorherigen Abschnitt wurde bereits gezeigt, dass Kationen edler Metalle (z. B. Kupfer-Kationen) in Lösung durch unedle Metalle (z. B. Zink) reduziert werden können. Bei diesem Vorgang ist das unedle Metall das **Reduktionsmittel**, da es Elektronen abgibt, die von den Metall-Kationen in Lösung aufgenommen werden. Das stärkste Reduktionsmittel sind aber die Elektronen selbst, also elektrischer Strom.

Aus diesem Grund können mit Hilfe des elektrischen Stroms Metalle aus ihren Salzlösungen abgeschieden werden. Dieses Verfahren heißt Elektrolyse (Bild 6).“

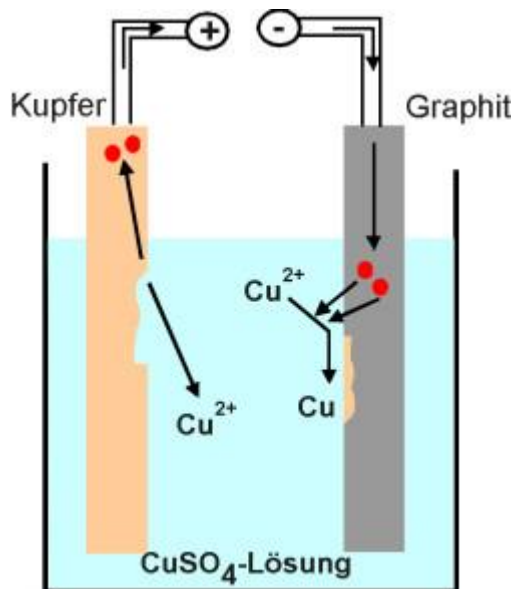


Abbildung 9 Schema einer Elektrolyse einer Metallsalz-Lösung[6]

Am Minus-Pol werden die Metall-Kationen zum elementaren Metall reduziert (Aufnahme von Elektronen).“ 【6】

3.2 Architektur der Batterie-Restladungsmessung

Die Batterie-Restladungsmessung soll durch zwei Verfahren angepasst wird. Erste Methode ist Spannungsmessung, und das zweite Verfahren ist die Strom-Integration.

3.2.1 Spannungsmessung

Die Spannungsmessung besteht aus ADC, LCD-Board und einer Spannung Versorgung (sieht Abbildung). Die Spannungsversorgung für ist durch eine Kabel mit Computer verbunden. Für ADC sollt in der Verfahren nur PA0 als I/O benutzt.

Anschließend wird LCD-I2C-Modul mit dem Master-Board durch vier Leitungen verbunden. Am Ende werden mit zwei Leitungen VCC und GND auf beiden Boards kurzgeschlossen, um die Spannungsversorgung herzustellen. Abbildung 4 zeigt die Architektur der Hardware. Wenn man eine Messung von diese Methode möchte, sollt Batterie direkt mit PA0 angeschlossen werden.

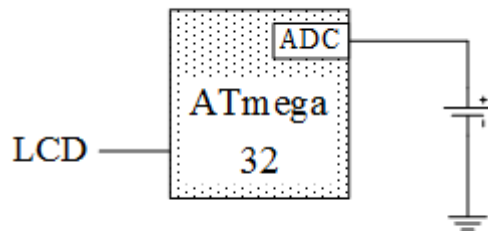


Abbildung 10 Schaltplan der Verfahren 1

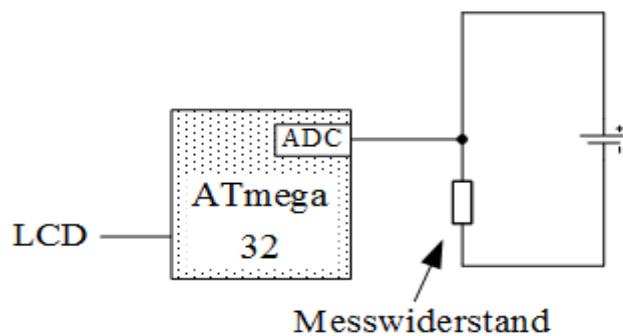


Abbildung 11 Schaltplan der Verfahren 2

3.2.2 Strom-Integration

Im diese Verfahre ist das Struktur der Hardware sehr ähnlich wie Spannungs-messung.

Hier benutzt man Input PA1 als ADC. Mit ADC kann man nur Spannung messen. Strommessungen sind nur über einen Shunt-Widerstand möglich. Aus Sicherheitsgründe, um Schaltkreis zu schützen, damit nicht gegrillt wird. Deshalb wird noch ein Begrenzungs-Widerstand gebraucht.

3.3 Wahl des Widerstands für Verfahren

Im Verfahren 2 sollt ein Stromfluss gemessen werden. Laut Handbuch gibt es einen Innenwiderstand im ADC größer als $100\text{M}\Omega$, und noch einen zulässigen Strom von max. 40 mA pro Pin.

Aus Sicherheitsgründe muss man den Strom auf Sicherheit Bereiche liegen. Wenn man an Genauigkeit denkt, sollt der Widerstand so klein wie möglich sein. In diese Arbeit liegt max. Spannung auf 1520mV. Dann sollt max. Spannung durch zulässigen Strom. Aus die beiden Grund könnte Widerstand größer als 38Ω sein. In diese Arbeit wird Messwiderstand 50Ω eingenommen. Bei Abweichung von Strom ist $Ab_{str} = \frac{M.Widerstand}{G.Widerstand}$. Es kommt 0.00005‰ Abweichung von fließet Strom..

3.4 Batteriekennkurve

3.4.1 Entladung der Batterie

Eine handelsübliche wieder aufladbare AA- Batterien mit 800mAh Vollladung wird mit ein Lastwiderstand von 5Ohm entladen. Spannung und Strom werden durch zwei Messgeräte gleichzeitig gemessen. Die ganze Laufzeit ist 150 Min. Und die Temperatur liegt bei 25 Grad.

Für ausgewählt der Lastwiderstand muss man daran denken, wie konnten so schnell wie möglich den Akku entladen. Deshalb in diese Arbeit wurde 5 Ohm Lastwiderstand eingenommen.

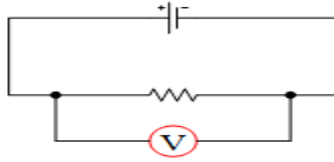


Abbildung 12: Schaltungsbild für Kennkurve



Abbildung 13: Scaltung für Kennkurve

Hier liegen aktual Messversuche Schaltungsbild und Schaltung. Im Praktikum soll es aussehen.

3.4.2 Kennkurve

Der Kennkurve liegt der Zusammenhang zugrunde.

Zuerst werden alle Daten in Form von Tabelle angegeben. 35 Zuständen werden gemessen.

Bis zum 27% Restladung der Batterie wird es gemessen. Es könnte Schaden an aufladbare AA-Batterie, wenn die Batterie weiter entlassen. Es ist eine Sicherheit Methode.

Alle Daten, die in Tabelle stehen, werden in kommenden Schnitt durch Programm Excel in eine deutliche Kurve vorgestellt. Dalieget es Spannung-Zeit Kurve und Spannung-Zeit Kurve und Spannung- Restladung Kurve vor.

zeit	spannung	rest	rest in %
0	1,52	800	100%
1	1,514	797,47	99%
2	1,51	792,4	99%
3	1,506	789,9	99%
4	1,502	787,5	99%
5	1,499	784,9	98%
8	1,492	781	97%
9	1,49	775,377	96%
12	1,486	767,92	95%
16	1,46	758,1	94%
20	1,453	753,4	93%
23	1,45	738,92	92%
26	1,445	724,77	91%
35	1,443	681,3	85%
40	1,441	662,32	82%
45	1,435	638,5	80%
50	1,43	614,8	77%
58	1,429	600,4	75%
63	1,425	579,7	72%
68	1,422	558,32	73%
73	1,417	534,8	67%
78	1,415	511,3	64%
82	1,41	492,32	62%
84	1,407	483	60%
89	1,4	469	58%
95	1,395	432,32	54%
108	1,374	400	50%
113	1,363	377,7	46%
125	1,313	324,36	41%
133	1,27	290,58	36%
136	1,18	276,36	34%
141	1,05	241,6	30%
143	0,952	239,5	29%
145	0,85	227,5	28%
150	0,775	222,5	27%

Tabelle 2 Spannung und Restladungskurve

Tabelle 2 Spannung und Restladungskurve

Hier benutzt man Prinzipien $Q = I \cdot \Delta t$. I ist von gemessene Spannung durch Entladungswiderstand bekommen. Q wird in jeder schnitte Zeit gerechten werden. Spät kommt es $rest = 800 - \int_0^t Q dt$. Die Prinzipien gilt auch für Verfahren 2.

3.4.3 lineare Interpolation

Daten, die aus der Datentabelle, werden durch Programm Excel in Form vom liniendiagramm angegeben.

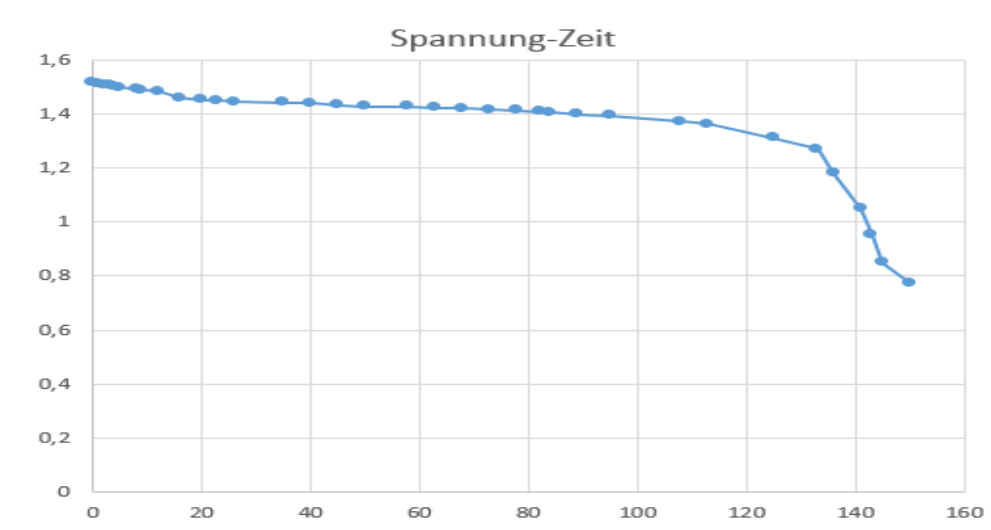


Abbildung 14 Spannung- Zeit

Wenn man nach Spannung –Zeit Diagramm schaut, sieht die Linie am Anfang relativ flach herunterfallen. Von 10. Min. bis 113. Min wurde ganz langsame gefallen. Aber ab 125. Min bis zum Ende wurde Spannung der Batterie drastische reduziert. Es hängt immer von Konzentration des chemischen Stoffes ab.

Dieses Diagramm verläuft von rechts nach links. Dabei zeigt es Restladung-Spannungen Kurve der drei Typen Batterie. Im Blau ist eine aufladbare Ni-Fe Batterie mit Vollspannung 1.2mV, im Orange ist die Kurve von eine aufladbare Ni- Mh AA Batterie. Und die Daten, was in grau steht, ist es von Ni-Mh AAA Batterie. Im diesem Diagramm kann man deutlichen gesehen, dass Restladung immer sehr von Spannung abhängt. Je weniger Restladung die Batterie

hat, desto niedriger Spannung gemessen wird. Obwohl sind drei verschieden Type, haben die gleich Tendenz.

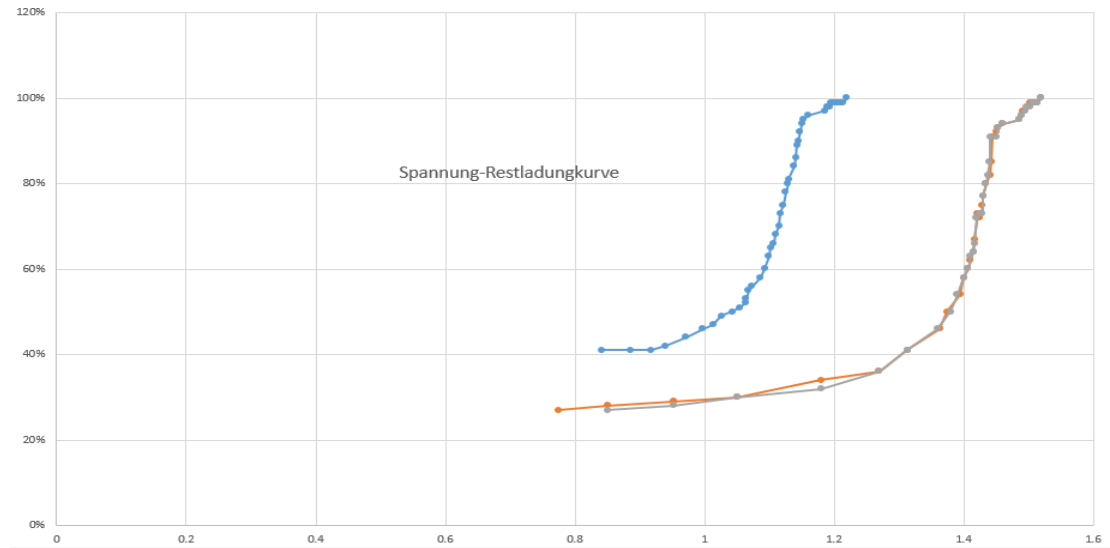


Abbildung 15 Rest- Spannung

In diese Arbeit wurden ganze Daten aus Orange kurve eingenommen. Die Kurve kann eine gesamt Funktion mit 8 Phasen umschreiben. Die gesamte Funktion sieht man unter.

$$\text{Restladung}(x) = \begin{cases} \frac{35x}{1000}, & x < 775 \\ \frac{20x}{1000} + 11, & 775 < x \leq 1270 \\ \frac{11x}{1000} + 27, & 1270 < x \leq 1363 \\ \frac{25x}{1000} + 15, & 1363 < x < 1395 \\ \frac{49x}{1000} - 14, & 1395 \leq x < 1445 \\ \frac{2x}{100} + 63, & 1445 \leq x \leq 1460 \\ \frac{147x}{10000} + 76, & 1460 < x \leq 1520 \\ 100, & x > 1520 \end{cases}$$

Wenn die Funktion wurde durch 8 Phase gefasst, das heißt, sollt in Programmierung in C Sprache eine If-Satze anwenden. Diese Funktion werde in Ablaufen - Plan Daten Wandlung gefasst. Nach der Rechnung wird die Restladung grob auf LCD gezeigt.

Aus dieses Diagramm kann man noch gesehen, dass die Batterie, die aus gleiche Material, hat sehr ähnliche Kurve. Das heißt, diese Restladungsmessung kann auch für gleiche Material aber verschiedene groß verwenden. Dieses Linie könnte prinzipiell auch für andere Ladenwert Batterie, falls nur grob gemessen benötigt.

Es könnte auch in Zukunft durch einen Taster steuern, welche Type muss gemessen werden. Wobei viele Entladungstesten sind sehr benötigt.

4 Programm Ablauf

Wie angekündigt ist diese Arbeit in zwei Teile geteilt. In diese Kapitel werden Verfahren 1 und Verfahren 2 beschrieben. Vor der Programmierung sollte man zuerst die Ablaufpläne der Programme skizzieren.

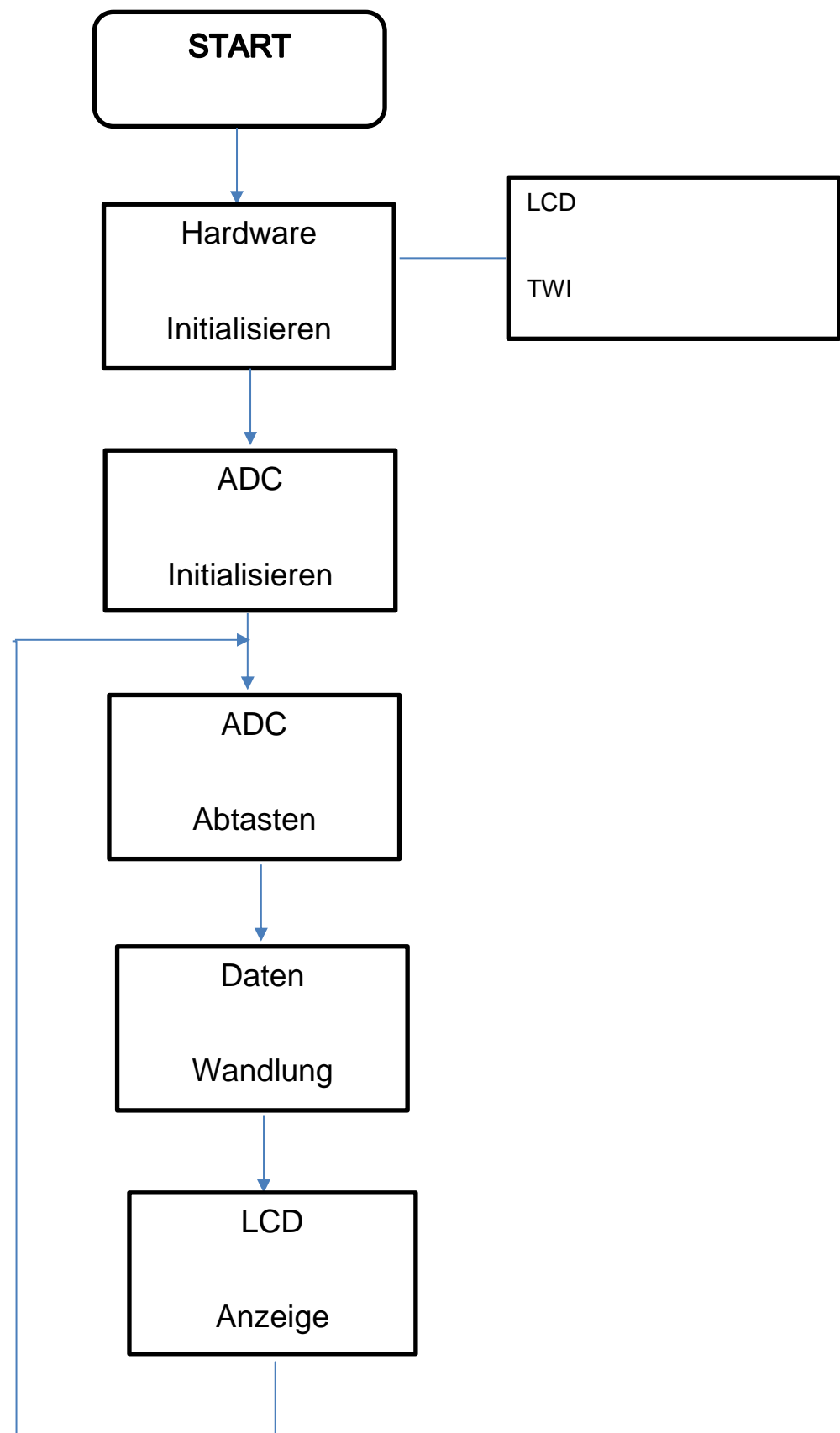
4.1 Verfahren 1 (Spannung Messung)

Die Batterie wird über einen entsprechend dimensionierten (variablen) Lastwiderstand entladen und die am Widerstand anliegende Batteriespannung gemessen. Die Kennkurve für verschiedene Batterietypen kann dazu im Mikrocontroller hinterlegt werden, woraus dann auf den Endladungszustand der Batterie geschlossen werden kann. Da diese Kennkurve recht flach verläuft, d.h. die Spannung sich innerhalb eines großen Bereiches nur sehr wenig ändert, ist die Spannung sehr genau zu bestimmen. Dies muss bei der Entwicklung der Messschaltung berücksichtigt werden. 【1】

4.2 Ablaufplan

Zuerst muss das Programm initialisiert werden. Wenn die Bauelementen auf der Platine verwendet werden. Z.B sind hier LCD Module und TWI Module. Dann kommt es folgende, dass die wichtige Module, ADC Module.

Nach das ADC Modul initialisiert ist, könnte ADC schon eine relativ genaue Spannung messen, wenn von Um die Spannung auf dem LCD-Board zeigen zu können, benötigt man noch eine Datenwandlung. Nach der Datenwandlung werden aktive Spannung in mV und Restladung in Prozent auf dem LDC Board angezeigt.



4.3 Verfahren 2 (Strom-Integration)

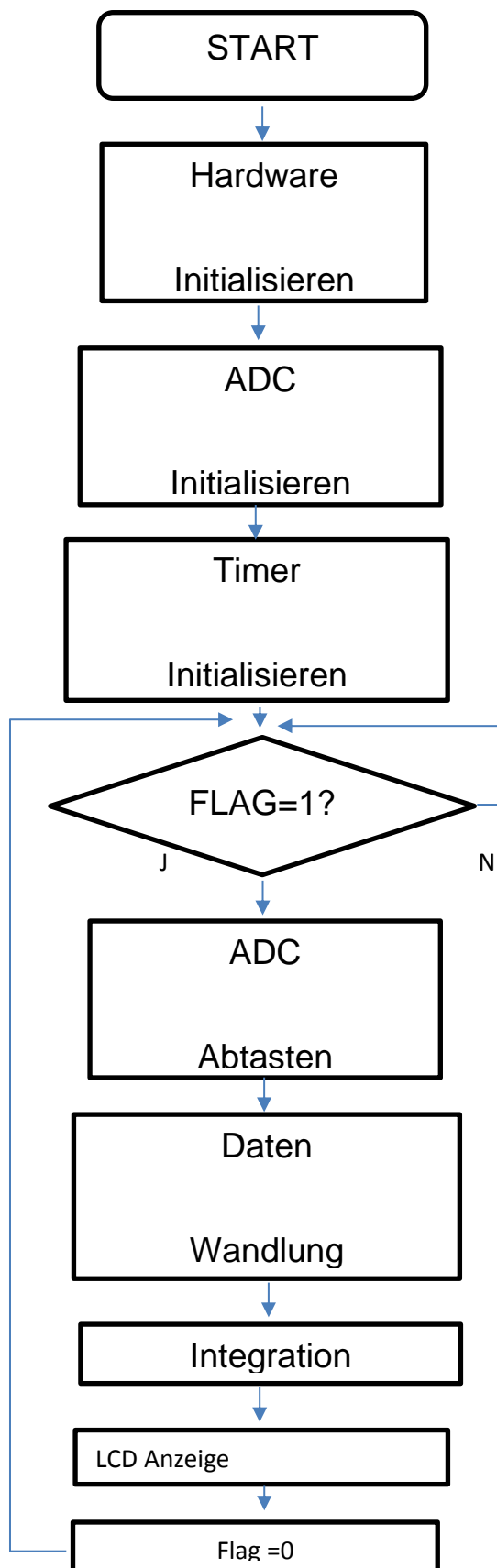
Diese Methode eignet sich zur Bestimmung der Restladung, wenn Messungen des Stromflusses in und aus der Batterie über einen Messwiderstand während des Auf- und Entladens der Batterie möglich sind. Damit kann eine Schätzung der zugeführten bzw. entnommenen Ladungsmenge ermittelt und somit auch die Restladung berechnet werden.

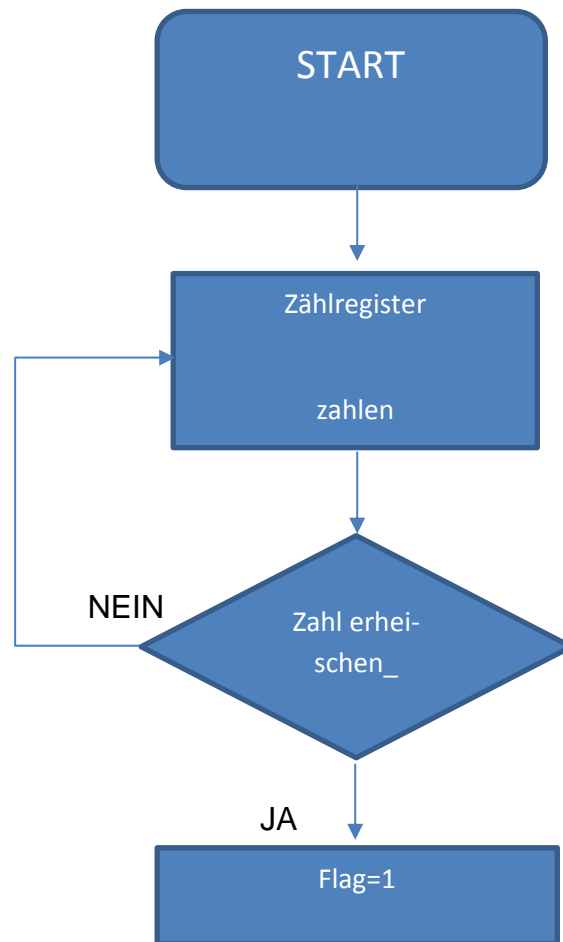
4.4 ISR-Interrupt Service Routine

In Verfahren 2 muss jede 1 S Strom abgemessen werden. Weil man soll wissen, wie viele Akku in den letzte Sekunden gebraucht werden. Deshalb wird in dem fall ISR benutzt.

4.5 Ablaufen Plan

In diese Verfahre brauchen auch zuerst Hardware und ADC Module initiativeren. Die Verfahre wurde Timer als Zeitgeber verwendet. Zähle Register hat eine bestimmte Zahl gezählt. Wenn die Anzahl erheischen, dann setzt Flag auf 1. Die Mang muss man nach Frequenz sehen. Der ändert immer in 1 S Flag. Wenn Flag 1 ist, wird ADC aktivieren, und nach der Wandlung wird eine Integration von gebraucht Akku gefasst. Nachdem Daten auf dem LCD-Board aktiviert hanen, wird Flag auf 0 gesetzte. Wegen der Prinzipe diese Module muss 1 Sekunde so genau wie möglich sein, damit man in den letzte Sekunden wie viel Akku benutzt werden.





Zuerst wird Zählregister bis bestimmte Zahl zählen. Wenn die Zahl erreichen ist, wird Flag 1 gesetzt werden. Diese bestimmte Zahl kommt aus clk/ Vorteil. Hier ist $\text{clk} = 16 \text{ MHz}$, und Vorteil ist 256. D. h. . Wenn genau 1S benötigt, entsprechende ist 625000.

5 Funktionstest

Nach der Verbindungen aller Hardware werden die Programme durch das JTAG Emulator darauf kompiliert. Anschließend testet man, ob alle Funktionen vom Programm realisiert werden. Laut Aufgabestellung der Arbeit implementiert diese Batterierestladungsmessung durch zwei Methoden jeweilig zwei Funktionen.

5.1 Verfahren 1

Weil die Batteriespannung sich nur sehr gering ändert, werden die Funktionstesten nicht mit einer echten Batterie getestet, sondern durch eine variable Spannungsquelle mit Spannungshöre in zwischen 0 bis 1600 mV.

Im Bereich 0 mV

Spannung mV	Eicht Restladung %	Gemessen Restladung %
0	0	0

Tabelle 3Funktionstest für Verfahren1 (1)

Bei 0mV ist die Leitung direkte mit PA=0 und GUN verbunden.

Spannung mV	Eicht Restladung %	Gemessen Restladung %
850	28	28
1050	30	32

Tabelle 4Funktionstest für Verfahren1 (2)

Spannung mV	Eicht Restladung %	Gemessen Restladung %
1270	36	36
1313	41	41
1374	50	49
1460	93	94
1486	95	96
1492	97	98
1520	-	100
1530	-	100

Tabelle 5 Funktionstest für Verfahren1 (3)

Bei Spannung größer als 1520 sieht es hier Vollladung.

5.2 Verfahren 2

Der fließet Strom ist sehr kleine, deshalb wird die Versuche Zeit lange gedauert.

Wengen der Prinzipen des Verfahrens muss diese Test Batterie vollladet sein.
Wenn nicht, muss die Ergebnis Fehle haben.

Mess.widerstand(Ω)	Laufzeit(Min.)	Restlaung (%)
50	30	99
50	120	95
50	230	92

Tabelle 6Funktionstest für Verfahren2 (1)

6 Zusammenfassung

Laut Aufgabestellung der Arbeit, sollt diese Arbeit Entwicklung das Mikrocontroller Applikation für eine Rest- Aufladungsmessung mit zwei verschiedene Methode realisieren. Verfahren 1 ist eine Methode, die Rest-Aufladung mit aktuelle Spannung der Batterie Verbindung sind. Verfahren 2 ist eine Restladungsmessung mit Strom-Integration. Dass heißt, sollt die Strom in jede Abschnitt abgelesen werden. Damit weisen, wie viel Strom in den letzten bestimme Zeitraum, die ISR verfügte hat, benutzt wird.

Bei Verfahren 1 könnte für alle, die gleiche Materielle AA-Batterie grob gemessen werden. Es könnte auch für niedrige Spannungsbereich noch optimiert. Es gibt Möglichkeit zu diese Funktion verbessern. Dafür sollt lineare Interpolation für Kennen kurve besser gemacht werden.

Verfahre2 kann theoretisch alle Typen Batterie messen. Aber gilt nur eine bestimmte Inhalt Ladung. In diese Arbeit wird 800mAh. Die hat einen großen Vorteil. Die könnte ganz genau schätzen, bis zum Batterie voll entladen. Der könnte spät durch Programmierung verweinten.

7 Danksagung

Ich möchte an dieser Stelle meinen Dank an die Menschen aussprechen, die mich bei der Erstellung der vorliegenden Bachelorarbeit unterstützt haben. Dazu zählt in erster Linie mein Erstbetreuer Herrn Prof. Dr.-Ing. Alexander Lampe. Er bot mir die Möglichkeit zur Durchführung und Erstellung dieser Abschlussarbeit an der Hochschule Mittweida. Auch für seine Unterstützung und Ratschläge während der praktischen Durchführung und der Erstellung des schriftlichen Teils bin ich ihm sehr dankbar.

Des weiteren spreche ich hier einen Dank an meinen Zweitbetreuer Herrn M.Sc. Markus Süß

aus. Er stand ebenfalls bei Fragen zur Verfügung und hat mich so bei dem Erstellen dieser Abschlussarbeit unterstützt. Und auch gab mir viele gute Vorschlägen für Optimierung meines Programms in C Datei und meiner Abschlussarbeit.

Ein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr.-Ing. Olaf Hgenbruch und Herrn Dipl.-Ing.(FH) durch deren Anregungen meine Arbeit und Programm kontinuierlich verbessert wurden.

Auch die Arbeit mit den Kollegen innerhalb der Forschungsgruppe war stets positiv und hat mir Freude bereitet. Bei Fragen und Problemen gab es auch hier immer ein hohes Maß an Hilfsbereitschaft. Neben den Betreuern und Kollegen der Forschungsgruppe habe ich während dieser Zeit ebenfalls Unterstützung durch meine Familie erhalten. Sie stand mir im Laufe des Studiums sowie während der Anfertigung der Arbeit zur Seite. Dafür möchte ich mich bei ihr an dieser Stelle recht herzlich bedanken.

Literaturverzeichnis

- 1 Aufgabestellung Prof. Dr.-Ing. Alexander Lampe 2016
- 2 Programmiermodell des AVR ATmega 128 Prof. Dr. –Ing. O. Hagenbruch 03/2015
- 3 Microcontroller with 32KBytes In-System Programmable Flash St. 201
- 4 kompaktinformation zur Programmierung in Embedded C Prof. Dr. –Ing. O. Hagenbruch 03/2015
- 5 [https://de.wikipedia.org/wiki/Batterie_\(Elektrotechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Batterie_(Elektrotechnik))
- 6 <http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/strom.htm>

Anlagen

1. Quelltext des Programms (auf CD- Rom)

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ort, Datum

Vorname Nachname